



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energia

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65001013 - Electrotecnia**

### PLAN DE ESTUDIOS

06RE - Grado en Ingeniería de los Recursos Energeticos, Combustibles y Explosivos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14
10. Adendas.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65001013 - Electrotecnia
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06RE - Grado en Ingenieria de los Recursos Energeticos, Combustibles y Explosivos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
M.dolores Prado Herrero (Coordinador/a)	513	mariadolores.prado@upm.es	L - 10:00 - 12:00 M - 10:00 - 14:00
Pablo Reina Peral	514	pablo.reina@upm.es	L - 09:00 - 10:00 M - 09:00 - 10:00 X - 09:00 - 11:00 J - 09:00 - 10:00 V - 09:00 - 10:00

Vanesa Valiño Lopez	505	vanesa.valino@upm.es	X - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00
---------------------	-----	----------------------	--

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Electromagnetismo
- Calculo II
- Calculo I

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos en sus actividades profesionales.

F17 - Conocimientos fundamentales sobre el sistema eléctrico de potencia: generación de energía, red de transporte, reparto y distribución, así como sobre tipos de líneas y conductores. Conocimiento de la normativa sobre baja y alta tensión. Conocimiento de electrónica básica y sistemas de control.

F18 - Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental y, en general, de tecnologías ambientales, sostenibilidad y tratamiento de residuos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA76 - Calcular flujos de potencia y energía de circuitos eléctricos en régimen armónico senoidal

RA74 - Comprender los fundamentos del sistema eléctrico de potencia

RA75 - Plantear las ecuaciones de los sistemas eléctricos y resolverlas en diversos regímenes de funcionamiento

RA77 - Comprender el funcionamiento y la aplicación de las máquinas eléctricas: transformadores y motores

RA78 - Seleccionar las características idóneas de máquinas eléctricas y elementos eléctricos (canalizaciones y protecciones) de un circuito

RA79 - Interpretar y utilizar esquemas eléctricos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura tiene como finalidad proporcionar al alumno los conocimientos básicos sobre instalaciones eléctricas y las herramientas necesarias para el cálculo. Se parte del aprendizaje de la teoría de circuitos para aplicarlo al estudio básico e introductorios de máquinas eléctricas y de instalaciones, desde la generación al consumo, incluyendo conocimientos básicos de protecciones, estructura y cálculos de instalaciones simples y mención a la reglamentación aplicable.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción a la ingeniería eléctrica

1.1. Energía eléctrica. Fuentes de energía. Sostenibilidad de la energía

1.2. El sistema eléctrico. Elementos y componentes eléctricos

### 2. Componentes de los circuitos

2.1. Variables eléctricas fundamentales. Simbología.

2.2. Modelos y ecuaciones para los componentes pasivos de dos terminales eléctricos: resistencia, inductancia y capacidad.

2.3. Modelos y ecuaciones para los componentes activos: fuentes de tensión y de corriente.

2.4. Resolución de circuitos en corriente continua. Aplicación de la leyes de Kirchhoff. Planteamiento de las ecuaciones y resolución.

2.5. Modelos y ecuaciones para los componentes pasivos de cuatro terminales eléctricos: bobinas acopladas, el transformador ideal.

2.6. Concepto de potencia y energía en los componentes eléctricos.

2.7. Aplicación de la transformada de Laplace a los componentes eléctricos. Concepto de impedancia operacional.

2.8. Funciones excitación. Expresión operacional. Funciones periódicas. Fuentes senoidales. Valor medio y eficaz. Factor de forma

2.9. Aplicación del cálculo operacional. Impedancias y admitancias

### 3. Circuitos en corriente alterna

3.1. Ecuaciones en régimen estacionario senoidal. Cálculo simbólico.

3.2. Representación vectorial de las magnitudes eléctricas. Impedancia y admitancia complejas.

3.3. Potencia en circuitos eléctricos en corriente alterna. Conceptos de potencia activa, reactiva y aparente. Factor de potencia y su compensación.

3.4. Planteamiento y resolución de circuitos en corriente alterna. Efectos térmicos de la electricidad, modelo matemático e interpretación

3.5. Medida de magnitudes eléctricas. Medida de potencia y de la energía eléctrica.

### 4. Circuitos trifásicos

4.1. Circuitos trifásicos: equilibrados y no equilibrados.

4.2. Conexiones: estrella y triángulo. Magnitudes simples y compuestas.

4.3. Potencia y energía en circuitos trifásicos.

4.4. Circuito monofásico equivalente. Resolución de circuitos trifásicos equilibrados.

4.5. Medida de magnitudes eléctricas en circuitos monofásicos y trifásicos.

## 5. Transformadores

5.1. Transformador monofásico de potencia. Aspectos constructivos y especificaciones técnicas.

5.2. Funcionamiento del transformador monofásico de potencia. Modelo del transformador. Ensayo de vacío y cortocircuito

5.3. Resolución de circuitos monofásicos con transformadores.

5.4. Transformador trifásico de potencia. Circuito monofásico equivalente.

5.5. Resolución de circuitos trifásicos con transformadores. Rendimiento de transformadores.

5.6. Grupos de conexión e índice horario. Acoplamiento en paralelo de transformadores.

5.7. Transformadores especiales: auto-transformadores y transformadores de varios secundarios.

5.8. Transformadores de medida y protección.

## 6. Máquinas eléctricas

6.1. Fundamentos electromagnéticos de las máquinas rotativas. Principales máquinas eléctricas

6.2. Motor de inducción. Curvas características y balance de potencias. Circuito equivalente

## 7. Generación, transporte y distribución y utilización de la energía eléctrica

7.1. Esquema básico del Sistema Eléctrico de potencia español. Subsistemas: producción, transporte, distribución, receptores.

7.2. Estructura de la red eléctrica y su topología. Gestión del sistema

7.3. Reglamentación eléctrica

7.4. Canalizaciones eléctricas. Cables, dimensionamiento y caída de tensión.

7.5. Dispositivos de maniobra y protección. Riesgo eléctrico, Tierras

7.6. Agentes principales que operan el sistema: gestión técnica y económica, comercialización y su régimen económico.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2.1 y 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Interrogaciones de clase (no programadas). Se harán varias (entre 7-10) durante las 15 semanas. La duración de todas es la indicada</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 02:30</p>
2	<p><b>Temas 2.2 a 2.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2.2 a 2.5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Temas 2.6 a 2.9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2.6 a 2.9</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Temas 3.1 y 3.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 3.1 y 3.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Temas 3.4 y 3.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 3.4 y 3.5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Temas 4.1 y 4.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 4.1 y 4.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Laboratorio 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

7	<p><b>Temas 4.3 a 4.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 4.3 a 4.5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen Laboratorio 1 (obligatorio tras haber hecho la practica en las fechas programas por curso. Solo alumnos que por causas de fuerza mayor no puedan hacer ambas actividades (practica y su examen), tendrán opción a realizarlas posteriormente)</b></p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:45</p>
8	<p><b>Temas 5.1 a 5.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 5.1 a 5.3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen Parcial 1 (Ex.P1)</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p>
9	<p><b>Temas 5.4 a 5.6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5.5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Temas 5.7 y 5.8</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 6.1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema .1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 6.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>6.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Laboratorio 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>Temas 7.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen Laboratorio 2 (aplican las mismas condiciones que en el Examen Laboratorio 1)</b></p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:45</p>
14	<p><b>Tema 7.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.5</b> Duración: 00:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

15	<b>Tema 7.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 7.6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen Parcial 2 (Ex.P2)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30
16				
17				<b>Examen de Problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00  <b>Examen de Test ( teórico-práctico)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Interrogaciones de clase (no programadas). Se harán varias (entre 7-10) durante las 15 semanas. La duración de todas es la indicada	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	30%	0 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7
7	Examen Laboratorio 1 (obligatorio tras haber hecho la practica en las fechas programadas por curso. Solo alumnos que por causas de fuerza mayor no puedan hacer ambas actividades (practica y su examen), tendrán opción a realizarlas posteriormente)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7 F17
8	Examen Parcial 1 (Ex.P1)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	5 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7
13	Examen Laboratorio 2 (aplican las mismas condiciones que en el Examen Laboratorio 1)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG6 CG7 F17 F18
15	Examen Parcial 2 (Ex.P2)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	5 / 10	F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Examen Laboratorio 1 (obligatorio tras haber hecho la practica en las fechas programadas por curso. Solo alumnos que por causas de fuerza mayor no puedan hacer ambas actividades (practica y su examen), tendrán opción a realizarlas posteriormente)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7 F17
13	Examen Laboratorio 2 (aplican las mismas condiciones que en el Examen Laboratorio 1)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG6 CG7 F17 F18
17	Examen de Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	2.5 / 10	F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7 F17
17	Examen de Test ( teórico-práctico)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	2.5 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de Test ( teórico-práctico)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	2.5 / 10	F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7

Examen de Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	2.5 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7
Examen Laboratorio 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7
Examen laboratorio 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	10%	0 / 10	F17 F18 CG1 CG2 CG3 CG6 CG7

## 7.2. Criterios de evaluación

### PRÁCTICAS Y EXÁMENES DE LABORATORIO (L1 y L2): EVALUACIÓN (CONTINUA, SOLO PRUEBA FINAL Y CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA)

Montajes y medidas realizados correctamente en el laboratorio, según explicaciones previas y guiones de prácticas. Se trabaja en grupos de 3 alumnos. Los profesores supervisan y valoran la ejecución de la práctica en cada grupo.

Examen (L1) y Examen (L2): se realiza unos pocos días después de terminada cada práctica de laboratorio L1 y L2. Consta de preguntas sobre la practica (montaje y equipos) y cálculos con los resultados de las medidas obtenidas.

No hay calificación mínima.

### INTERROGACIONES DE CLASE: EVALUACIÓN CONTINUA

Sin previo aviso y durante algunas clases se plantea un pequeño ejercicio o pregunta sobre lo estudiado en esa

clase, para contestar por escrito (de forma individual o por grupos). Las preguntas deben estar bien razonadas y los ejercicios con los resultados numéricos correctos según procedimientos idóneos claramente presentados. **No hay calificación mínima.**

#### **EXAMEN PARCIAL 1 (Ex.P1): EVALUACIÓN CONTINUA**

Compuesto de un problema y un conjunto (aproximadamente 5) preguntas tipo test de aplicación teórico-práctica.

**Calificación mínima =5.0**

#### **EXAMEN PARCIAL 2 (Ex.P2): EVALUACIÓN CONTINUA**

Compuesto de un problema y un conjunto (aproximadamente 5) preguntas tipo test de aplicación teórico-práctica.

**Calificación mínima =5.0**

#### **EXAMEN DE TEST (teórico-práctico): EVALUACIÓN (SOLO PRUEBA FINAL Y CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA)**

Cuestiones de test bien razonadas y resultados numéricos correctos según procedimientos idóneos claramente presentados. **Calificación mínima=2.5**

#### **EXAMEN DE PROBLEMAS: EVALUACIÓN (SOLO PRUEBA FINAL Y CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA)**

Ejercicios con los resultados numéricos correctos según procedimientos idóneos claramente presentados.

**Calificación mínima =2.5**

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ALCALDE SAN MIGUEL, P. Electrotecnia.	Bibliografía	Thomson-Paraninfo (4ª Edición), 2003
RAS, E. Teoría de Circuitos. Fundamentos.	Bibliografía	Marcombo (4ª Edición), 1988
RAS, E. Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección.	Bibliografía	Marcombo (7ª Edición), 1991
SANZ FEITO, J. Máquinas Eléctricas.	Bibliografía	Prentice-Hall, 2002
SCOTT, D. E. Introducción al Análisis de Circuitos. Un enfoque sistémico.	Bibliografía	MacGraw-Hill, 1988
ROGER FOLCH, J. et al. Tecnología eléctrica.	Bibliografía	Síntesis (2ª Edición), 2002
LEÓN BLASCO, A. et al. Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión	Bibliografía	Marcombo (ediciones técnicas), 2013
Plataforma educativa Moodle (UPM) para la asignatura ELECTROTECNIA	Recursos web	Apuntes de la asignatura. Colección de ejercicios y problemas. Presentaciones PPS, etc. Recursos didácticos varios.
GARCÍA TRASANCOS, J. Instalaciones eléctricas en media y baja tensión	Bibliografía	Paraninfo, 2016 (7ª edición)
Laboratorio de Electrotecnia "JUAN MARTÍNEZ MOLINA". Planta baja del edificio M2	Equipamiento	Material del laboratorio de INGENIERÍA ELÉCTRICA del Departamento de Energía y Combustibles

Aplicaciones informáticas y programas específicos de apoyo a la docencia	Otros	Aplicaciones informáticas para Simulación y resolución de circuitos eléctricos (disponibles en el departamento y/o en aulas de informática).
MANZANO ORTEGO, J J. Máquinas eléctricas	Bibliografía	Parainfo, 2014 (2ª edición)

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Calculadoras y tablets serán utilizadas de forma habitual en el aula. Se sugiere que los móviles estén apagados y guardados en la mochila. Así se facilita la concentración del alumno en el trabajo de clase.

## 10. Adendas

---

- 2. PROFESORADO Profesores adicionales que imparten docencia este curso 2019/2020: Ángel Vega Remesal (semanas 1-8 en el Grupo 2) (Actividad presencial en aula: teoría y problemas) Eduardo Conde Lázaro (semanas 9-15 en el Grupo 2) (Actividad presencial en aula: teoría y problemas) 6.1. CRONOGRAMA DE LA ASIGNATURA Tema 4: se incrementa 4h (sobre el cronograma previsto) Tema 5: se incrementa 4h (sobre el cronograma previsto) Tema 6: se reduce 4h (sobre el cronograma previsto) Tema 7: se reduce 4h (sobre el cronograma previsto)